人工饲料中添加脂类和昆虫保幼激素类似物对七星瓢虫取食和生殖的影响

陈志辉　钦俊德　　范学民　李献玲
（中国科学院动物研究所）（河南省安阳县农业局生防站）

摘要　本文定量测定在人工饲料中加入植物油和 ZR512 对七星瓢虫成虫(第一代)的生殖、摄食、生长、食物利用和转化的影响。结果表明：成虫取食加 0.1% 橄榄油和 ZR512 的人工饲料时产卵率能达到 96.7%，产卵前期为 8 天左右。如果在此基础上分别添加 1% 的玉米油或豆油时能促进雌虫产卵量的进一步增加；成虫的增重百分率随着生长天数增加持续上升，取食这种人工饲料的成虫除产卵量外，在体重、产卵前期、产卵率三方面都达到或接近取食蚜虫时的水平。

人工饲料中加入橄榄油能刺激成虫的取食，在此基础上加入玉米油或豆油能使食物转化效率显著地提高。人工饲料中加入 ZR512 时能阻止或打破雌虫的生殖滞育，促进生殖活动。

关键词　七星瓢虫　人工饲料　脂类　保幼激素类似物

七星瓢虫 *Coccinella septempunctata* L. 是蚜虫的重要天敌，有关它的食性营养至今仍未被充分研究过。北京动物所（1977；1977）首次使用无昆虫物质饲养七星瓢虫并使雌虫产卵。陈志辉等（1980）比较了七星瓢虫对天然食物和人工饲料的摄食及利用，证实成虫取食人工饲料只是食蚜量的五分之一，对人工饲料的利用和转化效率显著地低于取食蚜虫的，并指出取食量与体重增长和产卵量有明显的相关性。七星瓢虫取食不同食物后其营养成分在体内被消化、吸收和转化的效率决定食物的营养效果。为此，进一步改进人工饲料的营养性质，增加成虫的取食量是人工大量繁殖这种昆虫的重要环节。我们在试验中见到当把人工饲料中的蔗糖含量提高到 29% 时，能使成虫的取食量明显增加，如果将水分含量调整到 75% 左右，就能够显著提高成虫对人工饲料的摄食和利用。此后，我们又对人工饲料中的维生素、氨基酸等成分进行了增补，都不同程度地改善了人工饲料促使产卵的效果，使产卵率提高，成虫羽化后 20 天左右产卵，产卵量也有所增加（陈志辉、钦俊德 1982；傅贻玲、陈志辉，1982）。但这同瓢虫取食天然饲料相比，取食人工饲料的存在着产卵前期延长、产卵率低、产卵量少等缺点。

在许多种昆虫中已发现维持它们正常的生长发育和生殖的饲料须含一定的脂肪酸（Fast，1964）。Chauvin（1951）观察到橄榄油、玉米油和麸皮的乙醚提取物能诱导沙漠蝗 *Schistocerca gregaria* 的取食；Thorsteinson 和 Nayar（1963）曾报道麦胚油对双带蚱蜢 *Melanoplus bivittatus* 和透翅土蝗 *Camnula Pelluida* 有助食作用。Mehrotar 等（1972）

本文于 1983 年 1 月收到。
本工作承蒙翟启慧副教授、傅贻玲同志帮助并对文稿提供宝贵意见。安阳县农业局高永鹏、徐东震同志给予大力支持，申春玲参加部分工作，谨此一并致谢。

用麦胚油、橄榄油、芥子油、玉米油、棉籽油、椰子油以及麸皮的脂溶性提取物研究对沙漠蝗和亚洲飞蝗 *Locusta migratoria* 的助食效应，指出麦胚油、橄榄油和麸皮提取物中的甘油三酸酯等组分能刺激沙漠蝗和亚洲飞蝗的取食；Vanderzant 等(1964)首先发现在棉铃象甲 *Anthonomus grandis* Boheman 的人工饲料中加入脂类能使成虫的产卵量提高，这项结果随后得到 Meikle 和 McFarlane (1965)、Earle 等 (1976) 的证实和发展。McOre (1980) 测定在人工饲料中分别加入不同的植物油、蔗糖、淀粉能直接影响棉铃象甲体内脂类含量的积累及脂肪酸的构成。我们在分析瓢虫天然食物——蚜虫的氨基酸时 (陈志辉、傅贻玲，1981) 曾观察到单位重量提取物中脂类含量明显地高于人工饲料。

七星瓢虫和马铃薯甲虫 *Leptinotarsa decemlineata* Say 等一样，具有生殖滞育，其特点之一是雌虫的生殖腺停止发育(钦俊德，1977)。这种滞育常因食物的质与量、温湿度、光照等条件不适宜而产生。Hodek 等 (1973) 曾用昆虫保幼激素类似物打破某些瓢虫的滞育，促使雌虫卵巢发育并产卵。北京动物所 (1977)、仇序佳等 (1981) 应用昆虫保幼激素类似物 ZR512 体外点滴取食蚜虫的七星瓢虫，能使雌虫的产卵率、产卵量显著提高，产卵前期亦能明显地缩短。龚和等(1982)证明体外点滴 ZR512 能使取食人工饲料雌虫体内的卵黄蛋白合成量增加 4—5 倍。

本工作是在研究七星瓢虫食性营养的基础上，对原有的人工饲料做了新的改进。在改进后的人工饲料中分别加入橄榄油、豆油、玉米油等六种植物油和少量的 ZR512，定量地测定了不同的植物油和 ZR512 对七星瓢虫生殖、摄食和食物利用、转化的影响，从而确定它们的重要性。

材 料 与 方 法

1. 实验材料　七星瓢虫是 1982 年 5 月中旬采自河南安阳地区小麦地的蛹在室内羽化的成虫(第一代)，选取同一天羽化、体重在 28—35 毫克之间的成虫作为测定材料。

2. 人工饲料的配制　试验所用的基础人工饲料由鲜猪肝、蔗糖按 5:2 (重量比)用组织捣碎机匀浆配制，然后按一定的量分别加入植物油、ZR512 和水(每 100 克人工饲料加水 10 毫升)。试验分为单加油的(橄榄油和 ZR512)、复加油的(在橄榄油和 ZR512 的基础上再添加不同的植物油)和对照三部分，人工饲料配方详见表 1。供试验用的蔗糖、

表 1　七星瓢虫人工饲料配方

组别	饲 料 成 分	重 量 比
K	基础饲料、水	100:10
D	基础饲料、水、橄榄油+ZR512	100:10:0.1
E	基础饲料、水、橄榄油+ZR512、豆油	100:10:0.1:1
F	基础饲料、水、橄榄油+ZR512、花生油	100:10:0.1:1
G	基础饲料、水、橄榄油+ZR512、玉米油	100:10:0.1:1
H	基础饲料、水、橄榄油+ZR512、菜籽油	100:10:0.1:1
P	基础饲料、水、橄榄油+ZR512、芝麻油	100:10:0.1:1

ZR512：比重 0.968，有效成分 63.1%

植物油(其中橄榄油为北京化工厂产品，化学纯)均系市场出售。ZR512 用橄榄油稀释到 7.11 倍(体积比)。饲料中加橄榄油和 ZR512 混合物的剂量为 0.1%；玉米油、豆油、花生油、菜籽油、芝麻油各为 1%；均按照重量比分别加入基础饲料，然后充分混合。

3. 营养指数的测定与计算方法　在基础饲料配制的同时，加入一定量的氧化铬(Cr_2O_3)作为指示物，浓度为 3.85%。氧化铬指示物在饲料中的配制与测定方法、以及七星瓢虫的取食量、食物利用率、转化效率等营养指数的计算均同陈志辉等(1980；1982)。

4. 试验条件　雌雄配对成虫饲育在 24 小时光照，温度在 27.5℃ 左右，相对湿度 60—80% 的条件下进行；室内安装有空气调节器，通风良好。每组的供试虫数为 30 对。每天更换新鲜饲料两次，每 5 天更换一次含有氧化铬粪便的滤纸，其他方法同先前的报告一样(陈志辉等，1980;1982)。

试 验 结 果

一、人工饲料中加入植物油和 ZR512 对生殖的影响

1. 单加橄榄油和 ZR512　在基础饲料中加入橄榄油和 ZR512 后，雌虫的产卵率可达 96.7%，同对照组(K)相比增加一倍以上。雌虫羽化后第 7 天左右即可大量产卵，产卵前期几乎缩短一半。同时，总的产卵量和雌虫平均产卵量都较对照组(K)增加一倍以上，经统计($p < 0.01$)，两组的产卵量差异极显著(表 2)。这个结果表明在人工饲料中加入橄榄油、ZR512 后能显著加快七星瓢虫的营养物质的积累转化，促进了雌虫的生殖活动。

表 2　基础饲料中加入橄榄油、ZR512 对雌虫产卵的影响①

饲料种类	产卵百分率(%)	产卵前期(天)	产卵总量(粒)	平均产卵量(粒/头)	显著性测定($p<0.01$)
基础饲料(K)	46.7	14.4±6.80	1028	73.4	差异极显著
K + 0.1% 橄榄油 + ZR512(D)②	96.7	7.8±2.07	4486	154.7	

① 每组 30 对瓢虫，观察 30 天。
② 100 克人工饲料加入橄榄油 85.9 毫克，ZR512 为 14.1 毫克(有效成分 8.9 毫克)。

2. 复加植物油　在基础饲料中加入橄榄油和 ZR512 后又分别添加菜籽油(H)、芝麻油(P)、花生油(F)、玉米油(G)和豆油(E)，观察复加植物油对雌虫产卵的作用(见表 3)。从表 3 的结果可以看到，当分别在饲料 D 中添加菜籽油(H)、芝麻油(P)、花生油(F)时，对雌虫的产卵总量、平均卵量均无明显影响。但是，当在饲料 D 中添加玉米油(G)或豆油(E)时，两组(G、E)的产卵总量和平均卵量都有明显增加，其中以添加豆油的效果更突出。经统计学显著性测定($P < 0.01$)，G 组或 E 组同 D 组比较差异极显著。在饲料 D 添加豆油虽能增加雌虫的产卵量，但并非豆油的量越多越好。当把饲料 D 的豆油含量增加到 1.5% 时，平均产卵量与总卵量反而降低(见表 4)，而且差异极显著。

从表 3 中还可以看到，无论是单加油的还是复加的人工饲料组，雌虫的产卵率明显地高于取食蚜虫的，产卵前期两者大体接近；在产卵量方面，重复加油的玉米油组(G)和豆油组(E)只是取食天然饲料的一半左右。上述结果表明，在人工饲料中加入橄榄油、

表 3　人工饲料中加入橄榄油、ZR512 后再添加不同植物油对雌虫产卵的影响①

饲料种类	产卵百分率(%)	产卵前期(天)	产卵总量(粒)	平均产卵量(粒)	显著性测定②($p<0.01$)
人工饲料(D)	96.7	7.79±2.07	4486	154.7	
D+1% 菜籽油(H)	96.7	8.34±2.81	4041	139.3	差异不显著
D+1% 芝麻油(P)	96.7	8.10±2.92	4248	146.5	差异不显著
D+1% 花生油(F)	96.7	8.31±2.69	4536	156.4	差异不显著
D+1% 玉米油(G)	96.7	8.10±3.33	5436	187.4	差异极显著
D+1% 豆油(E)	100.0	9.00±4.14	6089	203.0	差异极显著
天然饲料：蚜虫	82.0	8—9	9774	425.0	差异极显著

① 每组 30 对瓢虫,观察 30 天。
② 均与 D 组比较产卵量。

表 4　人工饲料中加人橄榄油、ZR512 后添加不同的豆油量对雌虫产卵的作用①

饲料种类	产卵百分率(%)	产卵前期(天)	产卵总量(粒)	平均产卵量(粒/头)	显著性测定($p<0.01$)
D+1% 豆油(E)	100.0	9.0±4.41	6089	203.0	差异极显著
D+1.5% 豆油	96.6	7.5±3.02	3276	117.0	

① 每组 30 对瓢虫,观察 30 天

表 5　人工饲料中加入植物油、ZR512 对成虫取食的影响①

饲料种类	1—5 天每天每对取食量(毫克)	6—30 天每天每对取食量(毫克)	平均每对每天取食量(毫克)
基础饲料(K)	19.16±5.92	7.93±1.70	9.80±4.46
K+0.1% 橄榄油、ZR512(D)	13.72±3.51	12.80±1.75	12.96±1.63
D+1% 菜籽油(H)	12.94±2.36	10.45±1.67	10.86±1.79
D+1% 芝麻油(P)	10.25±2.32	9.13±0.67	9.32±0.74
D+1% 花生油(F)	16.19±3.30	11.86±1.24	12.58±1.97
D+1% 豆油(E)	11.33±3.40	11.67±1.08	11.61±0.99
D+1% 玉米油(G)	14.74±3.16	12.45±1.51	12.83±1.62

① 每组 30 对瓢虫。

ZR512 后再添加豆油或玉米油能进一步增加雌虫的产卵量。

二、人工饲料中加入植物油和 ZR512 对成虫取食的影响

在基础饲料中加入橄榄油和 ZR512 后 (D)，成虫每对每天的平均取食量和 6—20 天的平均取食量都较对照组 (K) 增加 3 毫克以上（见表 5)。 从图 1 中也可看到，取食 D 饲料的每对成虫 30 天的总取食量比对照组 (K) 增加 100 毫克左右。如果在加入橄榄油和 ZR512 的基础上分别再添加一定量的菜籽油 (H)、芝麻油 (P)、花生油 (F)、豆油 (E) 或玉米油 (G) 时，效果各不相同。表 5、图 1 表明，除添加的芝麻油组 (P) 外，均比对照组 (K) 食量有不同程度的增加，其程度因植物油不同而异，但都没有超过只加橄榄油和 ZR512 的 D 组。上述的结果说明，橄榄油在含量较低时对成虫似乎是个助食因素，而其它的植物油在含量较高时没有这种作用。

三、人工饲料中加入植物油和 ZR512 对成虫生长的影响

昆虫的取食量反映它对食物的嗜食程度，而体重的增加反映对食物的利用程度。在成虫中体重的增加表明营养成分的积累和某些组织的生长发育，例如脂肪体和生殖系统。图 2 是雌虫取食人工饲料中加入橄榄油和 ZR512 后 30 天增重百分率的变化。从图中可以看到，随着天数的延长，雌虫增重百分率的上升显著地比对照组 (K) 快，特别是羽化后

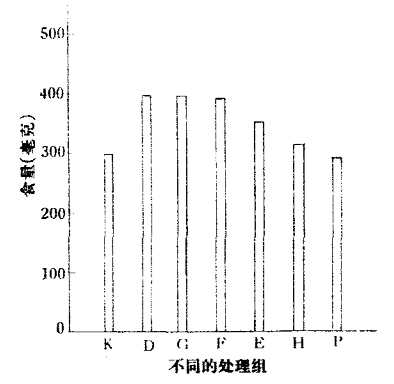


图 1 人工饲料中加入不同的植物油、ZR512 成虫 30 天的总取食量

K. 基础饲料 D. K + 0.1% 橄榄油、ZR512
G. D + 1% 油米油 F. 取食 D+1% 花生油
E. 取食 D + 1% 豆油 H. D + 1% 菜籽油
P. D + 1% 芝麻油

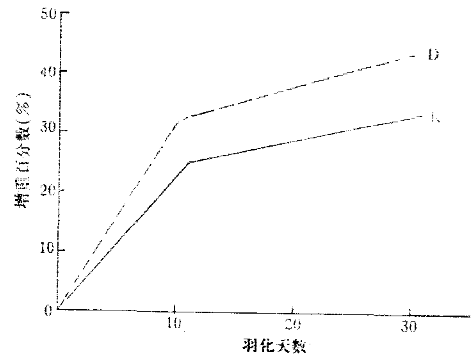


图 2 人工饲料中加入橄榄油、ZR512 对雌虫增重的作用

----D 取食 K + 0.1% 橄榄油和 ZR512
——K 取食基础饲料(对照)

第 10 天后，雌虫在大量产卵的同时(表 2，表 3) 体重仍能以 8% 以上的速度持续增长，这样便与以前那种取食人工饲料第 10 天体重下降的现象迥然不同。当在含有橄榄油、ZR512 的人工饲料上再添加不同的植物油时其效果因植物油的种类而不同(图 3)。图 3 表明添加豆油 (E) 或玉米油 (G) 的增重效果最好，其余的花生油 (F)、菜籽油 (H) 和芝麻油 (P) 效果都没有超过加入橄榄油、ZR512 的 D 组。复加豆油或玉米油能进一步促进雌虫体量的增加，特别是在取食量大体相近的情况下，雌虫增重百分率继续上升，说明取食这种饲料的雌虫加强了体内营养物质的积累和转化，加快了有关组织的生长速度（见图 4)。图 5 比较了雌虫取食人工饲料和蚜虫 (A) 平均体重的变化，从图中可见，取食加入

不同的植物油和 ZR512 的人工饲料组（G、P）雌虫的平均体重和增长速度都基本上接近或达到天然饲料的水平。这表明在人工饲料中加入脂类和昆虫保幼激素类似物对成虫的生长发育是有很大影响。

四、人工饲料中添加植物油和 ZR512 对食物利用和转化的影响

瓢虫对所摄食的人工饲料吸收、利用的程度，标志着饲料的营养价值，而吸收的营养物除提供生命活动所需的能量外，转变成身体组织的成分促使其生长发育。食物利用和转化的效率与消化道机能和食物的质和量有密切的关系，并受食物通过消化道时间长短的影响。在人工饲料中加入橄榄油、ZR512 后对成虫食物利用的影响见表 6，结果表明，如果只从对饲料的利用率来看，加入橄榄油、ZR512 的人工饲料（D）平均利用率较基础饲料的对照组（K）低 10% 左右。但从 30 天饲养中食物利用的总量来看，D组与K组的每对成虫的平均利用量和 30 天的利用总量大体上接近，这是因为在人工饲料中加入橄榄油、ZR512 后取食量增加的缘故（图 1）。在人工饲料中加入橄榄油、ZR512 的基础上（D）分别再添加芝麻油（P）、豆油（E）、菜籽油（H）、玉米油（G）和花生油（F）的结果列于表 7。结果表明，添加玉米油（G）和花

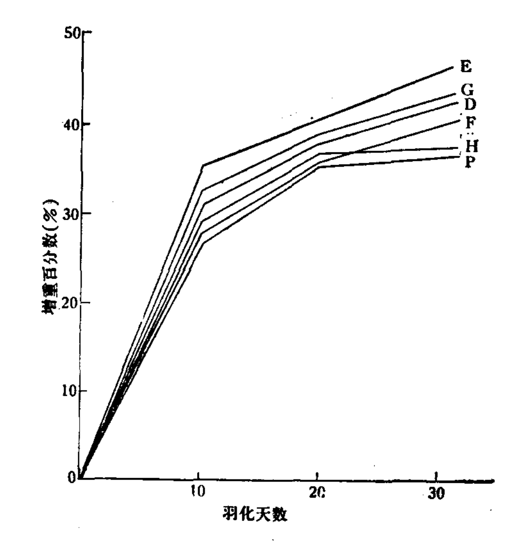


图 3　人工饲料中加入橄榄油、ZR512 的基础上添加植物油对雌虫体重增长的作用

D. 基础饲料加入 0.1% 橄榄油和 ZR512　E. D + 1% 豆油饲料　F. D + 1% 花生油饲料　P. D + 1% 芝麻油饲料　G. D + 1% 玉米油饲料　H. D + 1% 菜籽油饲料

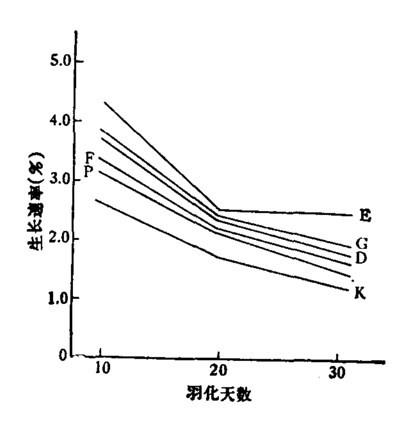
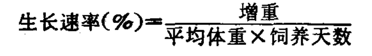


图 4　取食不同人工饲料成虫生长速率

K. 基础饲料　D. K + 0.1%橄榄油和 ZR512 饲料
E. 取食 D + 1% 豆油　F. 取食 D + 1% 花生油
P. 取食 D + 1% 芝麻油



$$\text{生长速率}(\%)=\frac{\text{增重}}{\text{平均体重}\times\text{饲养天数}}$$

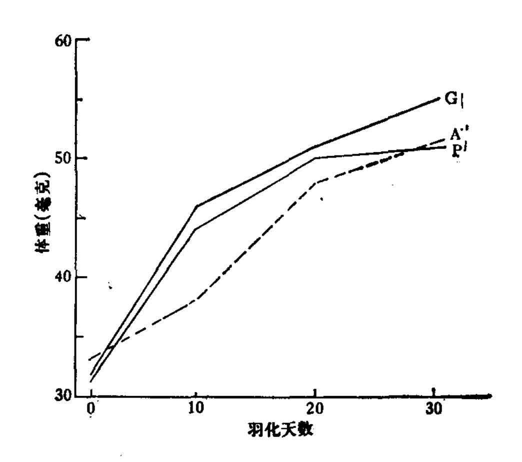


图 5　七星瓢虫取食人工饲料和天然饲料雌虫平均体重的比较

A. 取食蚜虫　G. 取食人工饲料G
P. 取食人工饲料P

表 6　人工饲料中加入橄榄油、ZR512 对成虫食物利用的影响*

饲料 ＼ 羽化天数 / 利用率(%)、量	1—5	6—10	11—15	16—20	21—25	26—30	平均利用率(%)	利用总量(毫克)
基础饲料 (K)	79.42 (77.6)	86.48 (40.4)	64.75 (22.2)	59.09 (14.4)	59.63 (17.6)	84.59 (38.3)	72.33±11.51 (35.1±21.4)	210.5
K + 0.1% 橄榄油、ZR512(D)	75.80 (49.1)	62.59 (45.0)	64.42 (38.5)	56.12 (27.9)	56.44 (36.9)	53.70 (39.9)	61.51±7.41 (39.9±6.6)	237.2

* 表内数字为利用率，括号内数字为利用量。

$$食物利用率(\%)=\frac{排泄粪便中氧化铬浓度-饲料中氧化铬浓度}{排泄粪便中氧化铬浓度}\times 100$$

食物利用量＝食物利用率(%)×取食量

表 7　人工饲料中加入橄榄油、ZR512 后再添加不同植物油对成虫食物利用的影响

饲料 ＼ 羽化天数 / 利用率(%)、量	1—5	6—10	11—15	16—20	21—25	26—30	平均利用率(%)	利用总量(毫克)
K + 0.1% 橄榄油、ZR512 (D)	75.80 (49.1)	62.59 (45.0)	64.42 (38.5)	56.12 (27.9)	56.44 (36.9)	53.70 (39.9)	61.51±7.41 (39.5±6.6)	(237.2)
D + 1% 芝麻油 (P)	68.51 (33.3)	41.88 (18.9)	49.81 (19.1)	42.99 (18.8)	40.53 (16.7)	66.09 (31.7)	51.44±11.48 (23.1±6.7)	(138.5)
D + 1% 豆油 (E)	68.15 (39.8)	59.86 (28.7)	51.61 (22.0)	52.64 (21.0)	60.81 (16.9)	58.70 (22.4)	58.63±5.51 (25.1±7.4)	(150.6)
D + 1% 菜籽油 (H)	78.20 (52.2)	61.19 (35.7)	59.87 (25.7)	54.13 (15.8)	47.46 (21.1)	77.79 (44.8)	63.11±11.98 (32.6±12.9)	(195.4)
D + 1% 玉米油 (G)	77.47 (58.5)	64.43 (45.3)	59.85 (32.5)	60.05 (33.5)	60.87 (40.2)	82.60 (56.9)	67.55±9.08 (44.9±10.3)	(267.0)
D + 1% 花生油 (F)	80.55 (65.9)	66.36 (44.2)	64.45 (36.8)	58.56 (32.3)	63.83 (41.2)	80.91 (48.9)	69.11±8.55 (44.9±10.8)	(269.4)

注解同表 6。

生油 (F) 后成虫对人工饲料的利用率、平均利用量和 30 天利用总量较 D 组略有增加，而添加芝麻油 (P)、豆油 (E) 和菜籽油 (H) 后的结果反而降低。这表明不同的植物油对成虫食物利用的影响不同。

表 8 列举出在人工饲料中加入橄榄油、ZR512 后对食物转化效率的影响，从表中的结果看出，成虫取食加入橄榄油、ZR512 的人工饲料 (D) 时，食物转化效率要比基础饲料对照组 (K) 提高 5% 左右(平均值)。 就不同生长天数的食物转化效率而言，羽化后 20 天前取食加入橄榄油、ZR512 的人工饲料的转化效率要比羽化 20 天以后的显著地高出 3 倍以上；雌虫取食不加橄榄油、ZR512 的基础饲料转化效率，随着饲养天数的增加，大体上没有多大变动，基本上保持在 10% 左右。

在人工饲料加入橄榄油、ZR512 的基础上，分别添加植物油时，其效果也各不相同(表 9)。 表 9 表明，在人工饲料中添加玉米油 (G) 和豆油 (E) 后，食物转化率的平均值

表 8　人工饲料加入橄榄油、ZR512 对雌虫食物转化效率的影响

饲料种类 \ 转化效率*(%) \ 羽化天数	1—10	11—20	21—30	平均值(%)
基础饲料 (K)	10.93	10.65	9.60	10.39
K + 0.1% 橄榄油、ZR512 (D)	21.81	19.64	5.29	15.58

* 食物转化效率(%) $=\frac{\text{虫体增重}}{\text{取食量}}\times 100$ (陈志辉等，1980;1982)

表 9　人工饲料加入橄榄油、ZR512 的基础上再添加植物油对雌虫食物转化效率的影响

饲料种类 \ 转化效率(%) \ 羽化天数	1—10	11—20	21—30	平均值(%)
K + 0.1% 橄榄油+ZR512 (D)	21.81	19.64	5.29	15.58
D + 1% 菜籽油+ZR512 (H)	17.61	14.28	1.67	11.19
D + 1% 芝麻油+ZR512 (P)	21.68	13.01	7.13	13.94
D + 1% 花生油+ZR512 (F)	18.58	21.06	7.80	15.81
D + 1% 玉米油+ZR512 (G)	24.37	22.75	7.80	18.31
D + 1% 豆油+ZR512 (E)	31.80	21.28	13.58	22.22

由已增加的 15.58% 基础上 (D) 分别提高到 18.31% 和 22.22%，而加入菜籽油、芝麻油反而较D组降低。但与不加任何植物油的基础饲料对照组 (K) 相比(表 8)，加入玉米油的 (G) 与加入豆油的 (E) 食物平均转化效率都增加在 8% 以上，羽化后 20 天以前的食物转化率较对照 (K) 组同期要增加 10% 以上，其中以添加豆油的 (E) 食物转化效率最高。这些结果表明取食加入某些植物油的人工饲料时，雌虫的食物转化率提高，特别是在羽化 20 天以前，因此，取食重复加油饲料的雌虫在生长速率、增重百分率、产卵量等方面都明显地高于基础饲料的对照组 (K)。

讨　　论

本文使用氧化铬作为指示物，定量地测了在人工饲料中单加少量橄榄油和 ZR512，以及在此基础上分别添加较多的豆油、玉米油、花生油、芝麻油和菜籽油对七星瓢虫生殖、摄食、生长、食物利用和转化的影响。结果表明，成虫取食加 0.1% 橄榄油和 ZR512 的人工饲料时产卵率达到 96.7%，与对照组相比增加一倍以上，羽化后可在第 7 天开始产卵，80—90% 的个体在第 10 天产卵，且产卵间隔短，卵量集中。如果饲料在此基础上分别

添加 1% 的玉米油或豆油时能促进雌虫产卵量的进一步增加，成虫的增重百分率随着生长天数的增加能持续上升，雌虫并不因大量产卵而体重下降。取食这种人工饲料的成虫除产卵量外，在体重、产卵前期、产卵率三方面都达到或者接近取食蚜虫时的水平。

在人工饲料中加入脂类和保幼激素类似物为什么能产生这样显著的效果呢？这是因为加入橄榄油后能刺激成虫的取食，试验期间 30 天的总取食量同基础饲料对照组相比较能增加 100 毫克左右，在食物的利用率(量)大体上同对照接近的情况下，食物转化效率显著的高于对照，特别是取食 1—20 天的食物转化率显然较高，而对照组在 30 天的试验期间雌虫的食物转化率都一直保持在变幅不大的较低水平。如果在单加0.1%橄榄油、ZR512饲料中再添加 1% 的玉米油和豆油时，饲料的平均转化率在已经增加的基础上能继续提高 3—5%，较基础饲料的对照组要增加 8—10% 以上，雌虫取食初期（1—10 天）增加的幅度更大。这些结果表明在人工饲料中加入脂类物质其作用是多方面的，不但增加了摄食量，而且提高了食物的转化效率，从而加速了成虫体内营养物质的积累。

Chauvin (1951) 和 Mehrotar 等 (1972) 都认为橄榄油能刺激沙漠蝗取食。我们在人工饲料中加入橄榄油促进七星瓢虫成虫的取食方面也获得类似的结果。这里应当指出的是，在人工饲料中加入橄榄油的基础上再添加玉米油、豆油、花生油、芝麻油和菜籽油，并没有使瓢虫的取食量继续增加，其中以添加的玉米油和花生油的食量保持了取食橄榄油饲料的摄食水平，而添加的菜籽油和芝麻油饲料的摄食量则低于加入橄榄油饲料的水平。这证明在人工饲料中少量的橄榄油对七星瓢虫助食作用最强，而其它植物油的助食作用都没有超过它。

Mehrotar 等 (1972) 分离了麦胚油、橄榄油和玉米油等对沙漠蝗的促食效应的作用时指出，一定量的橄榄油同它所含的甘油三酸酯的助食作用一样大。Vanderzant 和 Richardson (1964) 认为棉铃象甲成虫饲养在缺脂的饲料上，利用亚油酸和亚麻酸较油酸更有效。Earle 等(1967)在研究脂类物质促进棉铃象甲产卵时指出，在人工饲料中加入包括甘油三亚油酸酯(trilinolein)和甘油三亚麻酸酯的甘油三酸酯的成分时，成虫产卵量最高，并认为甘油三酸酯可能影响体内脂肪酸的积累与合成。我们在人工饲料中加入不同的植物油能使雌虫在产卵方面产生明显的效果，这是因为人工饲料中的主要成分猪肝所含的脂类物质不足，特别是不饱和脂肪酸含量则更少。多数昆虫和哺乳动物一样不能合成 18 碳不饱和脂肪酸，而我们在人工饲料中加入不同的植物油正好满足了瓢虫生长发育和雌虫产卵时对脂类物质的需要，进一步促进了瓢虫的生殖活动。我们初步观察到在人工饲料加入三油酸甘油酯 (glycerol trioleate) 能够有明显地缩短雌虫产卵前期的作用。

所用的几种植物油其成分是复杂的(见表 10)，这几种植物油中仅橄榄油中一般油酸含量较高，可占所含脂肪酸的 65—86%。亚油酸则在豆油和玉米油中含量较高。这两种植物油中尚含有亚麻酸，而菜籽油则含较多的芥酸。橄榄油的助食作用以及饲料中添加较多的玉米油或豆油能提高产卵量，是否由于这些不饱和脂肪酸的作用尚待证实。不同植物油中均含有少量的磷脂和其它非极性物质，它们对七星瓢虫的化学感受器可能有刺激效应。据作者试验结果表明在饲料中添加较多的植物油后其营养效应不同。对这些物质在瓢虫摄食反应中各个环节所产生的影响如趋性、咬食(或吮吸)、吞咽等，那些有促进作用，那些有抑制作用尚未了解，而且问题比较复杂，应分别加以研究。

表 10 几种植物油的脂肪酸组成(%) (引自中国油脂植物手册)

脂肪酸种类	橄榄油	豆 油	玉米油	花生油	芝麻油	菜籽油
油 酸	65—86	22—30	19—49	39.2—65.7	35.0—49.4	14—29
亚油酸	4—15	50—60	34—62	16.8—38.2	37.7—48.4	12—24
亚麻酸	—	5—9	0—2.9	—	—	1—10
棕榈酸	7—15.6	7—10	8—12	7.3—12.9	7.8—9.4	1—4
硬脂酸	1—33	2—5	2.5—4.5	2.6—5.6	3.6—5.7	0.2—1
芥 酸	—	—	—	—	—	31—55
肉豆蔻酸	0—1.2	—	0.1—1.7	—	0—0.3	—
其 他	0—0.9	1—30	0.2—1.6	3.8—9.9	0.4—1.7	4.2—18.3

我国华北地区新羽化的七星瓢虫生殖滞育约占 20%(钦俊德, 1978)。已知甲虫雌性生殖腺的发育是受激素控制的,其体内保幼激素含量的变化可以引起或结束滞育,我们在人工饲料中加入脂类物质的同时,也加入少量的保幼激素类似物 ZR512,目的在于防止或打破七星瓢虫成虫的生殖滞育。昆虫体内有分解保幼激素的酯酶。在家蚕中以乳化的保幼激素类似物喷洒或涂布在桑叶使蚕摄食时见到以前种方法更能使蚕体内激素含量提高(何首林,1983)。本工作以少量 ZR512 混入饲料似乎不影响七星瓢虫的取食。但能在消化道被吸收,并在体内对卵巢发育能起作用的究竟多少尚需测定,然后方可确定基本饲料添加少量的橄榄油与 ZR512 后产卵百分率提高、产卵前期缩短是否与此有关。本工作的结果似乎说明瓢虫摄食人工饲料的质与量能否使瓢虫满足产卵的营养需要最为重要。当基础饲料在水分、糖类、脂类等含量进行调整后,体内的保幼激素水平提高方能对成虫产卵取得明显的促进效果。

综上所述,我们在研究瓢虫营养需要的基础上,改变人工饲料的成分促使七星瓢虫成虫产卵方面取得了一定的进展。但是,目前雌虫产卵量还仅为取食蚜虫时的一半左右,卵孵化率偏低,那种成分对生殖影响最大,以及它的最适范围等方面都是今后需要进一步深入研究的课题。

参 考 文 献

北京动物研究所昆虫生理研究室 1977 七星和异色瓢虫人工饲养和繁殖的试验初报。昆虫知识 **14**(2): 58—60。
北京动物研究所昆虫生理研究室等 1977 七星瓢虫成虫代饲料的研究。昆虫学报 **20**(3): 243—52。
钦俊德 1978 谈谈七星瓢虫的滞育问题。昆虫知识 **15**(1): 28—30; **15**(2): 49—50。
陈志辉、陈娥英、严福顺 1980 食料对于七星瓢虫取食和生殖的影响。昆虫学报 **23**(2): 141—8。
陈志辉、傅贻玲 1981 几种蚜虫的氨基酸测定。昆虫学报 **24**(3): 338—9。
陈志辉、钦俊德 1982 代饲料中水分对七星瓢虫的营养效应。昆虫学报 **25**(2): 141—6。
傅贻玲、陈志辉 1982 人工饲料某些成分对七星瓢虫产卵的影响。昆虫学报 **25**(3): 335—8。
龚 和、张建中、翟启慧 1982 七星瓢虫卵黄黄原蛋白的合成。动物学集刊 2: 175—181。
仇序佳、钟香臣等 1981 昆虫保幼激素类似物对七星瓢虫成虫生殖的效应。动物学集刊 1: 58—74。
中国科学院植物研究所植物化学研究室 1973 中国油脂植物手册。科学出版社。
何首林 1983 氚标记昆虫保幼激素类似物 738 在家蚕体内的吸收和排泄。昆虫学报 **26**(2): 121—9。
Chauvin, R. 1951 Sur les facteurs responsibles de l'attraction que manifestent les Acridiens pour le son. *Bull. Offic. Nat. Anti. Acrid* No. 1: 15—18.

Earle, N. W. et al. 1967 Essential fatty acid in the diet of the boll weevil, *Anthonomus grandis* Boheman *J. Insect. Physiol.* **13**: 187—200.

Fast, P. G. 1964 Insect lipids: a review. *Mem. ent. Soc. Can.* No. 37: 1—50.

Hodek, I. et al. 1973 Termination of diapause by juvenoids in two species of ladybirds. *Experientia* **29**: 1146—7.

Moore, R. F. 1980 The effect of varied amounts of starch. sucrose and lipids on the fatty acids of the boll weevil *Ent. exp et appl.* **27**: 246—54.

Mehrotar, K. N. et al. 1972 Phagostimulants for locusts: studies with edible oils. *Ent. exp et appl.* **15**: 208—12.

Meikle, J. E. S. et al. 1965 The role of lipid in the nutrition of house cricket, *Acheta domesticus*, *Can. J. Zool.* **43**: 87—98.

Thorsteinson. A. J. et al. 1963 Plant phospholipids as feeding stimulants for grasshoppers. *Canad. J. Zool.* **41**: 931—5.

Vanderzant, E. S. et al. 1964 Nutrition of the adult boll weevil: Lipid requirements. *J. Insect Physiol.* **10**: 267—72.

EFFECTS OF ADDING LIPIDS AND JUVENOID INTO THE ARIFICIAL DIET ON FEEDING AND REPRODUCTION OF *COCCINELLA SEPTEMPUNCTATA* L.

CHEN ZHI-HUI QIN JUN-DE

(Institute of Zoology, Academia Sinica)

FAN XUE-MIN LI XIAN-LIN

(Station of Biological Control, Bureau of Agriculture of An-young County, Honan Province)

The present work deals with the influence of adding vegetative oils and juvenoid ZR 512 into the artificial diet on the feeding, growth, food utilization and conversion and fecundity of the adult lady beetles *Coccinella septempunctata*. It was determined on a quantitative basis. The results showed that the precentage of ovipositing females of the first generation reached 96.7% when they were fed on the artificial diet composed of porcine liver homogenate, sucrose and olive oil-juvenoid ZR 512 mixture in the proportion of about 5:2:0.01 after emergence as compared with 82.0% when feeding on aphids. The pre-ovipositional period was about eight days. When soybean oil or corn oil was added into this diet in the proportion of 1.0%, the fecundity of the ovipositing females could be raised and their body weight could also increase during oviposition. When feeding on this diet the female adults showed much similarity to those feeding on aphids in their reproductive activities except the total amount of eggs laid which was about half of the amount when feeding on aphids. The olive oil in the artificial diet seemed to have a phago-stimulating effect on the adult beetles and the rate of food conversion was the highest when soybean oil or corn oil was added into the diet containing 0.1% olive oil and juvenoid mixture. The juvenoid ZR 512 seemed to have the effect of preventing reproductive diapause of the adult beetles.

Key words *Coccinella septempunctata*—artificial diet—lipids—juvenoid.